

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO – MATEMATIČKI FAKULTET
BIOLOŠKI ODSJEK

BOLESTI ŠKOLJKAŠA (MOLLUSCA, BIVALVIA)
BIVALVE DISEASES (MOLLUSCA, BIVALVIA)

SEMINARSKI RAD

Antonija Kulaš

Preddiplomski studij Znanosti o okolišu

(Undergraduate Study of Environmental science)

Mentor: doc. dr. sc. Jasna Lajtner

Zagreb, 2011.

Sadržaj :

1. UVOD	2
2. FUNKCIONALNA GRAĐA ŠKOLJKAŠA	3
2.1. Građa ljušture i vanjski izgled	3
2.2. Organi plaštane šupljine	3
2.3. Mišići i pokretljivost	3
2.4. Živčani sustav i osjetila	4
2.5. Probavni sustav	4
2.6. Dišni sustav	4
2.7. Optjecajni sustav	5
2.8. Ekskrecija	5
2.9. Razmnožavanje i embrionalni razvoj	5
3. BOLESTI ŠKOLJKAŠA U UZGAJALIŠTIMA	6
3.1. Iridoviroza	8
3.2. Bonamioza	8
3.3. Martelioza, Aber bolest ili bolest probavne žlijezde	10
3.4. Haplosporidioza, MSX bolest (Multinucleate sphere X)	12
3.5. Mikrocitoza, Denman island bolest	13
3.6. Perkinsoza, „Dermo“ bolest, Proliferativna bolest	16
4. STANJE U REPUBLICI HRVATSKOJ	17
5. LITERATURA	18
6. SAŽETAK	20
7. SUMMARY.....	20

1. Uvod

Školjkaši su skupina organizama koji imaju velike gospodarske značajke. Pretežno su morski organizmi. Njihov uzgoj je jedan od najstarijih oblika marikulture, koji je poznat od rimskih i galskih vremena. Školjkaši se razlikuju u uzgoju od riba (sl. 1). Njihov način uzgajanja je jednostavniji jer žive sjedilačkim načinom, niske su trofičke razine, te se obično uzgajaju u svojim prirodnim staništima što je ekonomski isplativije. Neki školjkaši, kao kamenice, mogu se jesti sirove. Pošto se hrane filtriranjem, u njima se mogu nakupiti toksične tvari. Time mogu uzrokovati različite bolesti i kod ljudi (Bratoš i sur., 2003).

Školjkaši u uzgoju su u međudjelovanju sa živim i neživim čimbenicima ekološkog sustava. Uzročnici bolesti su također regulatori ekološke ravnoteže. Ekološku ravnotežu narušava uzgajivač, zbog težnje za sve većom dobiti. U prirodnim populacijama zbog prirodne selekcije i rjeđe naseljenosti populacija, rjeđe su pojave bolesnih životinja. U uzgajalištima treba biti oprezan sa pojavama poremećaja. Sve veća učestalost bolesti školjkaša je zbog intenzivnog razvitka proizvodnje sjemena iz mrijestilišta i unosa stranih vrsta u akvakulturu. Različiti su uzročnici bolesti kojima su izloženi školjkaši, kao što su bakterije, gljivice, praživotinje i virusi (Bratoš i sur., 2003).

Mogu biti i domadari različitim parazitima i bakterijama, koji ne utječu na njihov razvoj i razmnožavanje, ali u nekim slučajevima mogu uzrokovati bolesti (Habdija i sur., 2004).



Slika 1. Uzgajalište školjkaša (<http://www.057info.hr/gospodarstvo/2008-07-26/>)

2. Funkcionalna građa školjkaša

2.1 Građa ljušture i vanjski izgled

Školjkaši (*Bivalvia*) pripadaju koljenu mekušaca (*Mollusca*). Tijelo im je bilateralno simetrično. Plašt obavija tijelo i izlučuje višeslojnu dvodijelnu ljušturu, koja može biti simetrična ili asimetrična. Ljuske su građene od tri sloja: periostracuma, ostracuma i hipostracuma. Na leđnoj strani ljušture su spojene ligamentom. Lijeva i desna ljuštura zajedno čine školjku. Najstariji dio ljušture je umbo, oko kojeg su raspoređene zone prirasta. Ispod ligamenta se nalazi brava koja se sastoji od sistema zubića. Prema građi brave školjkaši se dijele na: jednakozupke (*Toxodonta*), raznozupke (*Heterodonta*) i bezupke (*Adapedonta*). Školjku otvara i zatvara antagonističko djelovanje ligamenta i djelovanje mišića zatvarača (aduktora) (Habdija i sur., 2004).

2.2. Organi plaštane šupljine

Između plašta i tijela nalazi se plaštana šupljina (sl. 2). Epitel plaštane šupljine je trepetljivak. Rubovi plašta su spojeni u posteriornom dijelu (ulazni i izlazni otvor). Školjkaši nemaju glavu. Najuočljiviji organi u plaštanoj šupljini su stopalo i škrge. Osnovno obilježje su im parne škrge koje strše u plaštanu šupljinu. Stražnji mišićavi dio je produžen u cjevastu tvorbu (tulajicu ili sifo) (Habdija i sur., 2004).

2.3 Mišići i pokretljivost

Mišićni sustav je raspoređen u nekoliko skupina: mišići zatvarači, plaštani mišići, mišići tulajice, mišići stopala i utrobni mišići (sl. 2). Slabo su pokretne životinje, a pokreću se uz pomoć stopala, tako što se ukopavaju u sediment ili se kreću po dnu. Pokretanje im je kombinacija rada mišića i ulaska i izlaska hemolimfe iz stopala. Neki mogu živjeti pričvršćeni za podlogu, a to im je omogućeno uz pomoć bisusnih niti, koje stvara bisusna žlijezda (Habdija i sur., 2004).

2.4. Živčani sustav i osjetila

Živčani sustav im je simetričan (sl. 2). Parni cerebralni ganglij je srastao s pleuralnim i nalazi se u blizini usta. Od njega jedan par konektiva vodi prema pedalnim, a drugi par prema visceralnim ganglijima. Visceralni gangliji su srasli s parijetalnim u visceroparijetalni ganglij (Habdija i sur., 2004).

Osjetila su raspoređena na rubu plašta, ustima, usnoj šupljini, stopalu i škrgama (Habdija i sur., 2004). Od osjetila poznati su: statocist (smješten blizu pedalnog ganglija) i osfradij (smješten ispod stražnjeg mišića zatvarača u suprabranhijalnom prostoru).

Oči mogu biti jamičaste i mjehuraste koje su građene od više oma i smještene su na rubu plašta.

2.5. Probavni sustav

Probavni sustav (sl. 2) počinje ustima koja su smještena anteriorno i imaju dva kožna nabora koja se mogu poistovjetiti s gornjom i donjom usnom. Oni se sa strane produžuju u krpaste trepetljikave nastavke odnosno lapove. Lapovi sudjeluju u prijenosu procijeđenog detritusa sa škrge u usni otvor. Školjkaši nemaju trenicu. Imaju kratki jednjak kroz koji detritus dolazi u želudac. U želucu se otvara parna probavna žlijezda. Želudac se sastoji od prostrane želučane vrećice i cjevastog želučanog nastavka. Cjevasti nastavak se dijeli na gornji kat (bogat žlijezdama i stvara kristalni prutić) i donji kat (prolaz u crijevo). Jedan dio detritusa se probavlja ekstracelularno u želucu, a drugi dio intracelularno u probavnoj žlijezdi. Neprobavljeni ostaci odlaze van crijevom koje stvara petlju u stopalu, prolazi kroz perikardijalnu šuplinu i otvara se u suprabranhijalni prostor u plaštanoj šupljini (Habdija i sur., 2004).

2.6. Dišni sustav

Najvažnija sistematika školjkaša je prema građi škrge. Dije se na: Protobranchia (jednostavne škrge), Filibranchia (vlaknaste škrge), Eulamellibranchia (listićave škrge) i Septibranchia (mišićna pregrada). Voda ulazi u plaštanu šuplinu, struji i oplakuje škrge i odlazi u suprabranhijalnu šuplinu iz koje izlazi van. Škrge su trepetljikave na površini, tako da im to pomaže pri filtriranju vode, ali i prikupljanju hrane (Habdija i sur., 2004) (sl. 2).

2.7. Optjecajni sustav

Školjkaši imaju otvoren optjecajni sustav u kojem struji hemolimfa (sl. 2). Otopljeni hemocijanin je respiratorni pigment. Središnji dio optjecajnog sustava je srce. Smješteno je u perikardijalnoj šupljini i građeno od klijetke i dvije pretklijetke. Prednjom aortom i stražnjom trbušnom arterijom srce potiskuje krv prema kapilarnim sustavima organa. Iz pojedinih organa se deoksigenizirana hemolimfa sakuplja u sinusima i lakunama. Iz glavnog venskog zatona hemolimfa prolazi kroz parne metanefridije (Bojanusovi organi). U njima se oslobađa, putem metaboličkih produkata i dovodnom škržnom žilom ulazi u škrge i tu se oksigenizira. Iz škrge hemolimfa odvodnom škržnom žilom ulazi u pretklijetke, te u klijetku (Habdija i sur., 2004).

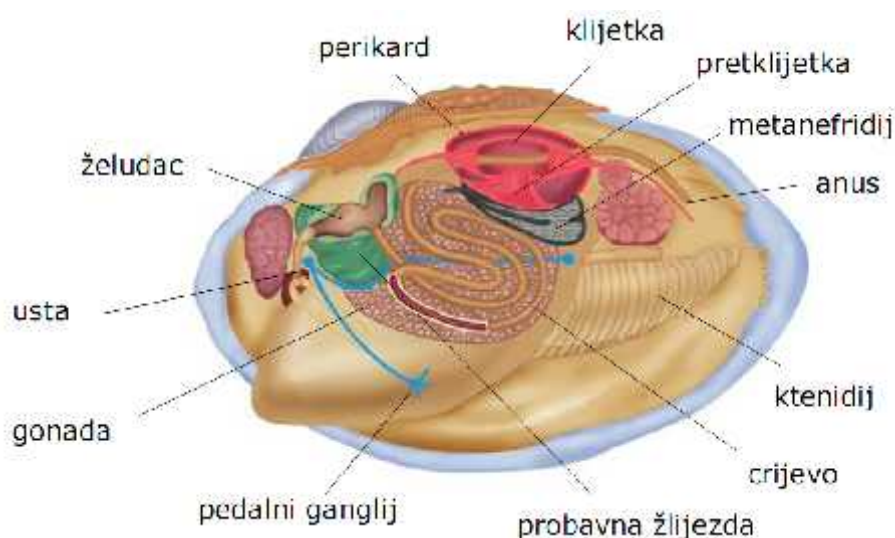
2.8. Eskrecija

Školjkaši imaju jedan par metanefridija, a to su Bojanusovi organi (sl. 2). Smješteni su ispod osrčja i imaju oblik slova „V“. Jedan krak je žljezdani i povezan je s renoperikardijalnom cijevi s renoperikardijalnom šupljinom. Drugi krak je metanefridijalna vrećica. Ona se nefridioporom otvara u suprabranhijalni dio plaštene šupljine. Metabolički produkti se iz hemolimfe luče iz perikardijalne žlijezde i preko stjenke srca u perikardijalnu tekućinu (Habdija i sur., 2004).

2.9. Razmnožavanje i embrionalni razvoj

Školjkaši su razdvojena spola. Gonade su vrlo velike s mnogo režnjeva, smještene u gonocelu prednjeg dijela tijela ispod perikarda (sl. 2). Gonocel je povezan s perikardijalnom šupljinom. Gonodukti se otvaraju u suprabranhijalni prostor u blizini otvora metanefridija (Habdija i sur., 2004).

Oplodnja se odvija u vodi kod većine školjkaša. Oplodjena se jaja brazdaju u slobodnoj vodi i tonu prema dnu. Kod slatkovodnih školjkaša zrela jaja se zadržavaju na škragama, a oplođuju ih spermiji koji ulaze s vodom u plaštenu šupljinu. U među-škržnim prostorima razvijaju se ličinke i mladi školjkaši. Embrionalni razvoj započinje spiralnim brazdanjem u slobodnoj vodi, razvojem trohoforne ličinke. Školjkaši kopnenih voda imaju unutarnju oplodnju tako da se iz trohofore razvija glohidija. Za razliku od njih, morski školjkaši imaju vanjsku oplodnju i iz trohofore se razvija veliger ličinka (Habdija i sur., 2004).



Slika 2. Unutrašnja građa školjkaša

(<http://moodle.srce.hr/2010-2011/course/view.php?id=1010>)

3. Bolesti školjkaša u uzgajalištima

Osjetljivost i otpornost organizma na djelovanje uzročnika bolesti ovisi o fizičkim barijerama, izloženosti bolestima i starosti. Fizičke barijere su koža, vanjski skelet ili ljuštura koje ograničavaju ulaz otrovnim tvarima te parazitima. Populacije koje su već bile izložene nekoj bolesti, bit će manje osjetljive od onih koje su prvi puta napadnute. Također su mlađe jedinke osjetljivije na bolesti od starijih. Izuzetak su starije jedinke tijekom reprodukcije. Jedan od najvećih problema u akvakulturi je procjena stanja prijenosnika u uzgojnim vrstama. To se najčešće događa kada se domaćin poslije početne ili neke druge faze infekcije oporavi, a patogen se ne ukloni, te on i dalje ostaje prijenosnik bolesti. Zaraza se može pojaviti bez vidljivih simptoma bolesti, često ju je teško otkriti pa se na taj način infekcija

prenosi iz generacije u generaciju. Tek kada populacija dođe u ekstremne uvjete, mogu se pojaviti simptomi infekcije (Bratoš i sur., 2003).

Školjkaše u uzgajalištima često napadaju štetočine iz različitih skupina organizama. Poznati su herpes virusi, koji mogu uzrokovati velike mortalitete. Mnoge bakterije kao *Vibrio* su uobičajeni dio ekosustava u uzgajalištima. Patogeno počinju djelovati tek kada su životinje izložene pritisku iz okoliša, inficirane su ili su pod djelovanjem nekih drugih patogenih čimbenika. Bakterijske bolesti se najčešće uočavaju na ličinkama i juvenilnim stadijima. Najbolji način izbjegavanja bakterijskih bolesti školjkaša je odabir mjesta uzgajališta s kvalitetnim okolišem, a u mrijestilištima se koristi dezinfekcija pomoću ultraljubičastog zračenja i upotrebom ozona. Najčešće štetočine su praživotinje koje su, ovisno o vrstama, uzrokovale brojna uginuća školjkaša. Prema statistikama, najbolji primjer je uzročnik bolesti kamenica *Haplosporidium nelsoni*, koji je uzrokovao mortalitet kamenica od 30 % do 95 % u Sjedinjenim Američkim Državama. Uzročnik dermo bolesti *Perkinsus marinus* je uzrokovao smrtnost od 40 % do 100 %. Bolest prouzročena vrstom *Bonamia ostreae* proširila se iz Francuske po čitavoj atlantskoj obali i dosegla smrtnost do 80 % (Bratoš i sur., 2003).

Osim praživotinja, na školjkašima mogu parazitirati životinje iz skupina metilja, trakavice i oblići. Te životinje smanjuju rast i sposobnost razmnožavanja domaćina. Neki metilji parazitiraju na kamenicama, čineći ih sterilnima. Na taj način uzrokuju smanjenu potrošnju masnoća i glikogena koji ostaju u tkivu, te se time poboljšavaju njihova organoleptička svojstva. Najviše štete uzrokuju ličinke metilja, koje parazitiraju na dagnjama. Kopepodni račić *Mytilicola intestinalis* je uzročnik bolesti crvenog crva na različitim vrstama školjkaša, uključujući kamenice i dagnje. Bolest je zabilježena širom Europe, čak i u Hrvatskoj. Sve češće se bilježe neoplazije kamenica, dagnji i vongola, koje predstavljaju oblik tumora školjkaša. Prema istraživanjima uzročnik je virus, a može uzrokovati smrtnost populacije i do 100 %. Najčešće bolesti školjkaša, regulirane zakonima su: iridoviroza, bonamioza, marteilioza, haplosporidioza, mikrocitoza i perkinsoza (Čadež, 2005).

3.1 Iridoviroza

Iridoviroza je uzrokovana ikozaedralnim DNK virusom za koji se pretpostavlja da pripada porodici iridovirusa. Bolest je otkrivena u Francuskoj, kada je uzrokovala masovni pomor kamenica (Čadež, 2005).

Osjetljive su vrste iz roda *Crassostrea*; *C. angulata* i *C. gigas*. Također su slične kliničke promjene utvrđene i kod europske plosnate kamenice, *Ostrea edulis* iz roda *Ostrea* (Kinne, 1983).

Iridovirus u početnoj fazi narušava građu pojedinačnog škržnog filameta. U drugoj fazi oštećuje veliki broj filameta, pri tome se respiratorna površina znatno smanji. U trećoj fazi dolazi do potpune degeneracije škrge. U početku se opažaju žute točke na škragama, koje kasnije prelaze u smeđu boju, što uzrokuje potpunu nekrozu škržnog tkiva. Ako su oštećenja uz sam rub škrge uočavaju se u obliku V-ureza. Izrazite škržne erozije povezane su s visokom smrtnošću. Bolest može zahvatiti mišić, plašt i mišić aduktor, a uočavaju se u obliku žuto-zelenih pustula. Mikroskopski se u većini lezija vide polimorfne hipertrofične stanice i globularne hipertrofične stanice s bazofilnim inkluzijama u citoplazmi (Bower, 2004).

Dijagnostički se postupak provodi kliničkim pregledom, histološkom pretragom, tehnikom fluorescencije ili elektronskim mikroskopom. Mjere kontrole nisu poznate. Zbog težine bolesti, kamenica *C. angulata* se više komercijalno ne uzgaja i zamjenjuje se s vrstom *C. gigas*, jer je ona rezistentnija. Bolesne se kamenice ne smiju premještati u nezaražena područja.

3.2 Bonamioza

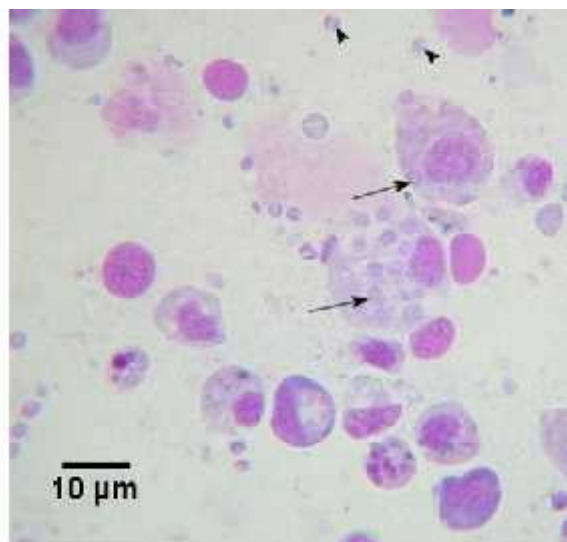
Bonamiozu uzrokuje protist *Bonamia ostreae*, a njegov životni ciklus do danas nije u potpunosti poznat. Bolest je rasprostranjena u nekim europskim državama kao što su Francuska, Španjolska, Irska, Italija, Nizozemska, Velika Britanija, ali i na područjima Sjeverne Amerike. Klinički simptomi su zabilježeni kod roda *Ostrea* (*O. edulis*, *O. angasi*, *O. denselammellosa*, *O. puelchana*, *O. chilensis*, *Ostreola conchaphila*), dok *Crassostrea gigas*, dagnje (*Mytilus edulis* i *M. galloprovincialis*) i kućice (*Tapes decussatus* i *T. philippinarum*) nisu osjetljive na infekciju i ne služe kao vektori u prijenosu bolesti (Čadež, 2005).

Bonamioza se uglavnom pojavljuje kod starijih kamenica u doba razvoja gonada i prenosi se boravljenjem u istome prostoru. Protist se nalazi u citoplazmi hemocita (sl. 3) i uzrokuje ulceracije i slabljenje vezivnog tkiva. Mogu se primijetiti lezije unutar epitela želuca, probavnog divertikula, gonada i u bubregu kamenica (Kinne, 1983).

Kamenice s jakom infekcijom, imaju izrazito žuto obojenje. Većina kamenica nema vanjskih simptoma, tako da je prvi znak bolesti povećan mortalitet. Neke kamenice ugibaju već pri blagim oblicima infekcije, dok se kod drugih razvijaju teški oblici. Da bi se bolest dijagnosticirala uzimaju se otisci škržnog ili srčanog tkiva. Paraziti su okruglastog ili ovalnog oblika, veličine 2-5 μm . Imaju bazofilnu citoplazmu i eozinofilnu jezgru (OIE, 2003).

Infekcija se može dijagnosticirati i pomoću histološkog pregleda ili DNK probama. Parazit je teško uočljiv prije proliferacijskog stadija razvoja, a u kasnijim stadijima je rasprostranjen u svim tkivima. Mjere za iskorjenjivanje bolesti nisu poznate. Međutim, neke kamenice porijeklom iz Irske (Rossmore, Cork), nakon preboljenja stvorile su znatan stupanj otpornosti na bolest.

Osjetljive vrste treba uzgajati u nezaraženim područjima, kao što i ne treba donositi zaražene kamenice u nezahvaćena područja. Ako se bolest pojavi u području na kojem prije nije bilo bonamioze, najmanje šest godina mogu se očekivati visoki mortaliteti. Također nije poznato, zašto se bolest ne pojavljuje u mladih kamenica, koje su čak u blizini zaraženih jedinki. Uginuća se mogu umanjiti uzgojem u plutajućim parkovima uz manju gustoću nasada. Primijećeno je da niža temperatura smanjuje kliničke simptome bolesti. U zaraženim je područjima dobro uzgajati sojeve kamenica koje su otporne na bonamiozu (Čadež, 2005).



Slika 3. Protist *Bonamia ostreae* u hemocitima

(<http://hrcak.srce.hr/4657>)

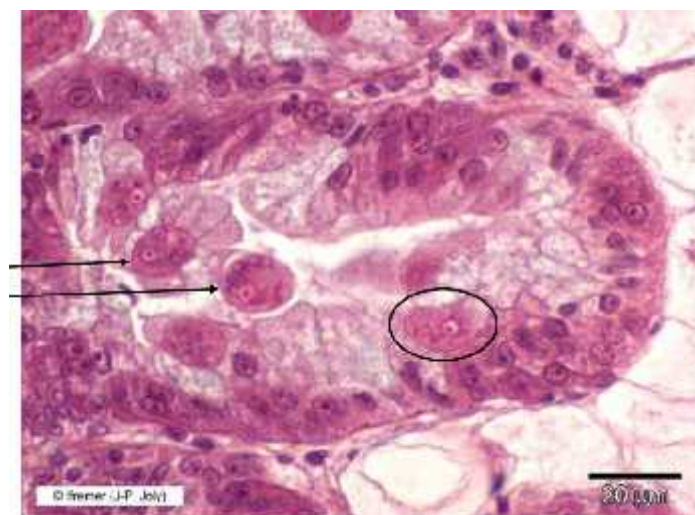
3.3 Marteilioza, Aber bolest, bolest probavne žlijezde

Marteilioza je uzrokovana protistima iz roda *Marteilia* (*M. refringes* i *M. sydneyi*). Vrsta *M. refringes* je rasprostranjena u Europi i na Floridi. Osjetljive su vrste *Ostrea edulis*, *O. chilensis*, *Mytilus edulis*, *Cardium edule*, *Crassostrea gigas* i *C. virginica*. Protist *M. maurini* vrlo je sličan parazit za koji se smatra da je zapravo *M. refringes*, ali specifičan za dagnje *Mytilus galloprovincialis* i *M. edulis*. Najčešće se tako zaražene dagnje pojavljuju uz atlantsku obalu Francuske i Španjolske, u Perzijskom zaljevu, uz jadransku obalu Italije i u Hrvatskoj.

Prvi znakovi bolesti su vidljivi ljeti, bez obzira na veličinu školjkaša. Bolesni školjkaši imaju gubitak glikogena, tako da djeluju „mršavo“, dolazi do prestanka rasta, nekroze tkiva i promjene boje probavne žlijezde, koja postaje smeđe-žuta. Smrt nastupa zbog izgladnelosti. Čimbenici koji pokreću bolest nisu u potpunosti jasni, misli se na stres i razlike u rezistenciji pojedinih stokova. Vegetativna faza nametnika sastoji se od ovoidnih plazmodija unutar kanalića probavne žlijezde, crijeva i eventualno škrga (Kinne, 1983). U trenutku otpuštanja

sporangija pucaju epitelne stanice probavnih kanalića (sl. 4), što uzrokuje smrt (Robiedo i Figueras, 1995). Izostanak horizontalnog širenja bolesti upućuje na to da bi mogao postojati među-domaćin koji bi imao ključnu ulogu u životnome ciklusu parazita (Berthe i sur., 1998). Dijagnoza se temelji na histološkoj pretrazi.

Ni zdravi, ni bolesni školjkaši ne smiju se iz zaraženih područja prebacivati u nezaražena. U enzootskim područjima kontrola je usmjerena smanjenju unosa sjemena *O. edulis* tijekom perioda transmisije i uzgojem ove vrste u područjima s visokim salinitetom, kako bi se ograničio razvoj parazita *M. refrigens* (Bower, 2004).



Slika 4. Sporangij vrste *Marteilia refrigens* u epitelnim stanicama probavne žlijezde (krug) i slobodni sporangiji (strelice) u lumenu probavne žlijezde inficirane vrste *Ostrea edulis*

(<http://hrcak.srce.hr/4657>)

3.4 Haplosporidioza, MSX bolest (Multinucleate sphere x)

Uzročnik bolesti je protist *Haplosporidium nelsoni*. Vrste koje su osjetljive su: *Crassostrea virginica*, *C. gigas*, *Ostrea edulis*, *Mytilus galloprovincialis* i neki drugi školjkaši. Rasprostranjenost bolesti je uvjetovana salinitetom, jer je ograničena na područja sa salinitetom većim od 15 ppm. Širenje parazita je najveća iznad 20 ppm.

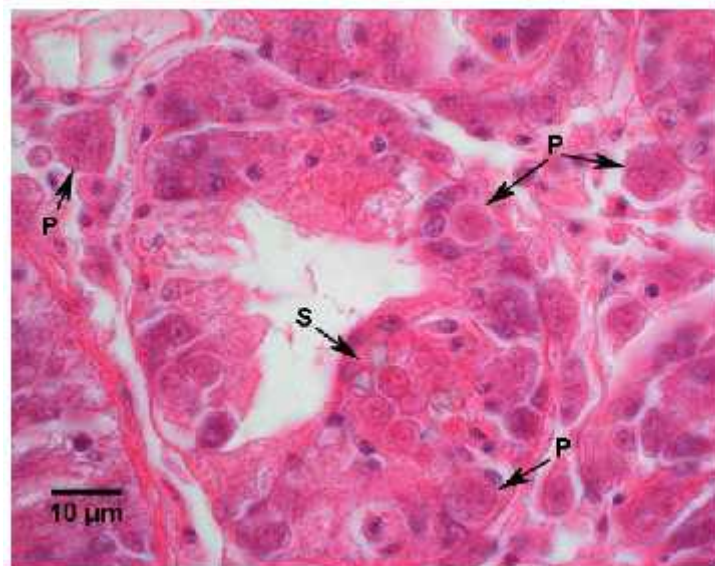
U tkivu kamenice se bolest pojavljuje u dva stadija. Prvi je multinuklearni stadij u kojem se plazmodij širi po tkivu. Drugi stadij je sporulacijski (sl. 5), u kojem se spore smještaju u stijenke probavnog trakta. U adultnih jedinki rijetko dolazi do sporulacije uzročnika, dok je juvenilna često primijećena (OIE, 2003).

Nakon ulaska u kamenicu, parazit se počinje umnožavati i širiti. Plazmodijski stadij se može pronaći u mekom tkivu. Pred kraj ljeta počinje stvarati spore u stijenkama probavnih tubula, što uzrokuje oštećenje tkiva i polagano oslabljenje kamenica, te na kraju njihovu smrt. Pojedine jedinke mogu preživjeti zimu, ali se ne uspiju oporaviti u proljeće, nego ugibaju. Kamenice koje prežive masovne mortalitete više ne pokazuju znakove infekcije, sve do slijedećeg ljeta kada se pojave simptomi. Uginuće može doseći 90-95 % kod školjkaša starih 2-3 godine (Bower, 2004).

Znakovi bolesti se pojavljuju 1-2 mjeseca nakon infekcije. Kod juvenilnih stadija se vide blijeda probavna žlijezda, izgladnjelost, mršavost i zaustavljen rast. U adultnih stadija probavna žlijezda je tanka, vodenasta, blijeda ili bez promjena ako je riječ o akutnom obliku (Bower, 2004). Škrge i plašt dobivaju smeđe-crnu boju, povremeno nastaju pustule na unutrašnjoj strani ljuštura. Izostanak izravnog prijenosa uzročnika između kamenica upućuje na postojanje međudomaćina.

Dijagnostički postupak se temelji na kliničkom pregledu, mikroskopskom pregledu tkiva probavne žlijezde s nalazom spora, histocitološkom pregledu hemolimfnih stanica na postojanje plazmodijalnih stadija koji se šire kroz tkiva hemolimfom, te na histološkom pregledu vezivnog tkiva s nalazom višejezgrenih plazmodija u čitavom jezgrenom tkivu.

Bolest nije moguće iskorijeniti. Kamenice i druge životinje se ne smiju prenositi iz zaraženih područja u nezaražena. Salinitet i temperatura bitni su čimbenici jačine širenja bolesti. Bolest se može oslabiti držanjem školjkaša u hladnim vodama niskog saliniteta.



Slika 5. Sporulacijski stadij - spore se nalaze u epitelu probavne žlijezde (S-spore; P-plazmodij)

(http://www.vims.edu/research/departments/eaah/programs/shellpath/pathology_images/index.php)

3.5 Mikrocitoza

Mali intracelularni protozoarni parazit *Mikrocytos macakini* uzrokuje mikrocitozu. Bolest je prvi puta primijećena u Kanadi 1960. godine. Uglavnom napada vrstu *Crassostrea gigas* iako se može naći i kod drugih kamenica (*C. virginica*, *Ostrea edulis*, *O. conchaphila*) (OIE, 2003).

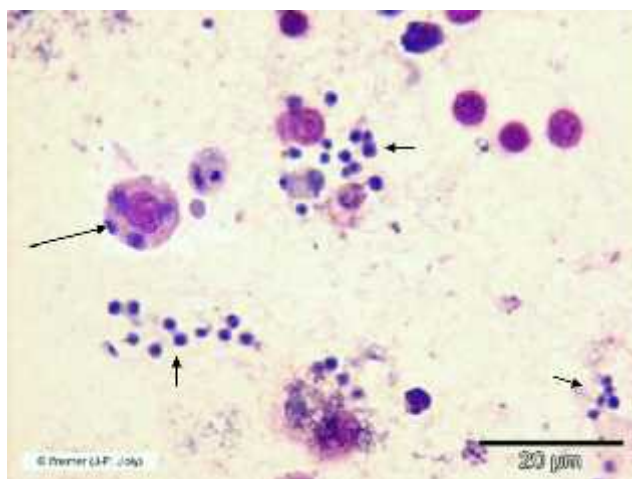
Žućkasto-zelene lezije pojavljuju se na mekim tkivima, na površini usnih lapova, plaštu ili mišiću aduktoru. Može se pojaviti i smeđi ožiljak na ljušturi u blizini apscesa na površini plašta. Lezije su rezultat infiltracije hemocita i tkivne nekroze na mjestima intracelularne infekcije *M. mackini* u vezikularnom vezivnom tkivu (sl. 6), srcu i mišiću aduktoru. Oboljeli školjkaši su vrlo sitni, vodenasti i prozirni.

U uzgajalištima na moru infekcija zahvaća starije jedinke, dok u laboratorijskim uvjetima obolijevaju uglavnom juvenilne jedinke. Bolest se najčešće razvija u proljeće, tijekom razdoblja 3-4 mjeseca, kada je temperatura vode viša od 10 °C . Mortaliteti su kod starijih kamenica oko 40 % i za vrijeme oseke (OIE, 2003).

Dijagnoza se postavlja na temelju kliničke slike, histološkim pregledom, otiscima tkiva i elektronskim mikroskopom.

Kontrola se provodi micanjem velikih kamenica u dublje dijelove prije snižavanja temperature i sprječavanjem nasađivanja kamenica u niže predjele plime (Bower, 1988).

Kamenice iz zaraženih područja se ne smiju premještati u nezaražena područja.



Slika 6. Vrsta *Mycrocytos mackini* u vezikularnom vezivnom tkivu oboljelog školjkaša

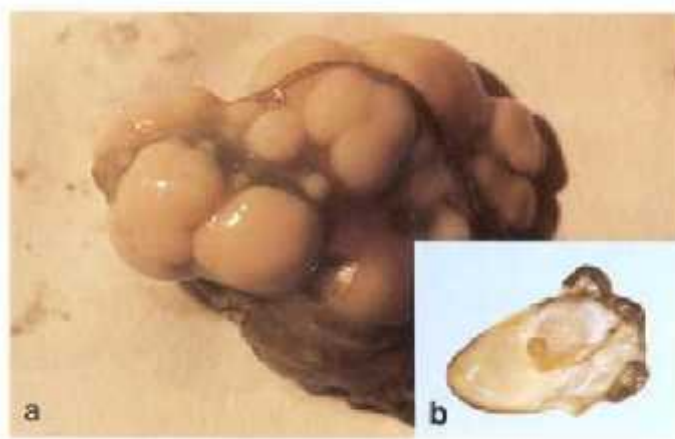
(http://www.pac.dfo-mpo.gc.ca/science/species-especies/shellfish-coquillages/diseases-maladies/pages/mikmacoy_e.htm)

3.6 Perkinsoza, „Dermo“ bolest, proliferativna bolest

Uzročnici bolesti su protozoarni paraziti *Perkinsus marinus* i *P. olseni/atlanticus*. Filogenetski su srodni dinoflagelatima. Bolest je rasprostranjena uz istočnu obalu SAD-a, na Jukatanu, Havajima i u Meksičkom zaljevu. Parazit sličan *P. marinus* zabilježen je kod portugalske kamenice (*Crassostrea angulata*). Pojavljuje se i kod kamenica *C. virginica* i *C. gigas*. U Italiji i Portugalu je pronađeno kako parazitira na kućicama (*Tapes decussatus*).

Protist *P. olseni/atlanticus* rasprostranjen je na istoku i sjeveroistoku Australije, Novom Zelandu, Koreji, Japanu, Portugalu, Francuskoj, Italiji i Španjolskoj (OIE, 2003).

Bolest ima kroničan tok, uginuća se pojavljuju nakon 2-3 godine. Simptomi su liza tkiva i začepljenje hemolimfnih žila. Bolest se klinički očituje znakovima poput bljedoće probavne žlijezde i smanjenja kondicijskog faktora, pa sve do teškog „mršavljenja“ i „zijevanja“, skraćivanja plašta, slabijeg rasta i povremenog nakupljanja mjehurića (sl. 7), sličnih gnojnim (Bower, 2004). Svi razvojni stadiji su infektivni. Širenje parazita uzrokuje oštećenje vezivnog i epitelnog tkiva, te je povezana s toplim razdobljem (temperatura viša od 20 °C) i tada je smrtnost najveća.



Slika 7. Ciste u plaštu školjkaša

(<http://moodle.srce.hr/2010-2011/course/view.php?id=1010>)

Temperatura, salinitet i njihova interakcija imaju ključni utjecaj na patogenost *P. marinus* kod kamenice *C. virginica*. Osim njih, na patogenost mogu utjecati i drugi čimbenici kao što su onečišćenje, prehrana i rast, mrijest, dob, gustoća populacije i prenosioci bolesti.

Dijagnoza se postavlja na temelju kliničkih simptoma, histološkom pretragom, elektronskim mikroskopom, PCR testom ili DNK probama.

Perkinsoza se ne može iskorijeniti, zato se kamenice iz zaraženih područja ne smiju micati u nezaražena područja. Bolest je moguće kontrolirati smanjenjem gustoće populacije, prebacivanje kamenica u područja s niskim salinitetom (jer smanjenjem saliniteta parazit se inhibira) prije nego se temperatura povisi na 15-20 °C. Infekcija može potrajati nekoliko godina. Dobri zoohigijenski uvjeti i dezinfekcija pomažu u kontroli uzročnika (Čadež, 2005).

4. Stanje u Republici Hrvatskoj

U Republici Hrvatskoj se rutinski pregledavaju dagnje (*Mytilus galloprovincialis*) i kamenice (*Ostrea edulis*) na parazite iz rodova *Marteilia* i *Bonamia*. Jedini parazit koji je pronađen u mekom tkivu školjkaša je *Marteilia maurini*, u tkivu dagnje *M. galloprovincialis*, u uzgajalištima u Istarskom zaljevu i zaljevu Raša (Zrnčić i sur., 2001). Nisu zabilježeni mortaliteti dagnji. Isti parazit nije pronađen u tkivu kamenica u blizini zaraženih dagnji. Prisutnost različitih razvojnih stadija parazita primijećena su u obojenim otiscima probavne žlijezde dagnje s učestalošću od 5 % na oba uzgajališta tijekom 1998. i 1999. godine. Ove pretrage su regulirane i postoji Pravilnik o načinu obavljanja nadzora kakvoće određenih proizvoda pri uvozu i izvozu (NN, br. 42, 1996; NN, br. 108, 1997). Na temelju Pravilnika za izlov, uzgoj, pročišćavanje i stavljanje u promet živih školjkaša (NN, br. 117, 2004) Uprava za veterinarstvo Ministarstva poljoprivrede i šumarstva propisuje godišnji plan praćenja kvalitete najznačajnijih hrvatskih uzgajališta školjkaša. Najznačajnija uzgajališta su u području Limskog zaljeva, Vabriga i Novigradskog mora. Plan obuhvaća kontrolu morske vode i mesa školjkaša, u svrhu provjere mikrobioloških svojstava školjkaša, postojanja biotoksina i štetnih kemijskih tvari u tkivu. Provjerava se i postojanje toksičnih fitoplanktonskih vrsta u području uzgoja (MPŠ, 2003).

Bolesti se navode i u Priručniku Međunarodnog ureda za epizootije (OIE, 2004), ako se primijete u nekom području, njihovo je prijavljivanje u OIE obavezno. Jedino se iridoviroza ne mora prijaviti, jer je navedena kao bolest od potencijalne međunarodne važnosti. Bolesti školjkaša dovode do značajnih smanjenja proizvodnje školjkaša ne samo u Hrvatskoj, nego i čitavom svijetu, a nemoguće ih je iskorijeniti i izliječiti. U Hrvatskoj nije za sada zabilježen ni jedan slučaj velikih mortaliteta u uzgajalištima koji je uzrokovan zakonom reguliranom bolesti.

Istraživanja, razvoj i propisane mjere su potrebne za integralni zdravstveni program u akvakulturi. Država i akvakultura moraju biti odgovorne za uspjeh. Takve mjere smanjuju rizik od nepredviđenih gubitaka.

5. Literatura

Berthe, F. C. J., Pernas, M., Zerabib, N., Haffner, P., Thebault, A., Figueras, A. J. (1998): Experimental transmission of *Marteilia refrigens* with special consideration of its life cycle. Dis. Aquat. Org., **34**: 135-144.

Bratoš, A., Peharda, M., Crnčević, M. (2003): Bolesti školjkaša. Naše more 50: 72-76.

Bower, S. M. (2004): Synopsis of Infectious Diseases and Parasites of Commercially Exploited Shellfish. URL: http://wwwnsi.pac.dfonmpo.gc.ca/shelldis/toc_e.htm

Čadež, V. (2005): Bolesti školjkaša regulirane zakonom u Republici Hrvatskoj. Ribarstvo, **63**: 105-116.

Habdija, B., Primc-Habdija, I., Radanović, J., Vidaković, M., Kučinić, M., Špoljar, R., Matonićkin, M., Miliša, M. (2004): Protista–Protozoa i Metazoa-Invertebrata, Funkcionalna građa i praktikum. Meridijani, Zagreb, str. 242-245.

Kinne, O. (editor) (1983): Diseases of marine animals. Vol II. Biologische anstalt Helgoland. Hamburg, 468-1038.

OIE (2003): Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals 2003. Aquatic Manual. 4th Edition. URL: <http://www.oie.int>

OIE (2004): Aquatic Animal Health Code. 7th Edition. URL: <http://www.oie.int>

Pravilnik o načinu i postupku obavljanja nadzora kakvoće određenih proizvoda pri uvozu i izvozu. Narodne novine br. 42, 1996, Narodne novine br. 108, 1997.

Pravilnik o veterinarsko – zdravstvenim uvjetima za izlov, uzgoj, pročišćavanje i stavljanje u promet živih školjkaša. Narodne novine br. 117, 2004.

Robiedo, J. A. F., Figueras, A. (1995): The effects of culture site, depth, season and stock source on the prevalence of *Marteilia refringens* in cultured mussels (*Mytilus galloprovincialis* LMK) from Galicia, Spain. J. Parasitol., **81**: 354-363.

Zrnčić, S., Le Roux, F., Oraić, D., Šoštarić, B., Berthe, F. C. J. (2001): First record of *Marteilia* sp. in mussels *Mytilus galloprovincialis* in Croatia. Dis. Aquat. Org., **44**: 143-148.

Internetski izvori:

<http://hrcak.srce.hr/> pristupljeno 28. 8. 2011.

<http://www.057info.hr/gospodarstvo/2008-07-26/> pristupljeno 22.8 2011.

http://www.pac.dfo-mpo.gc.ca/science/species-especies/shellfish-coquillages/diseases-maladies/pages/mikmacoy_e.htm pristupljeno 25.8.2011.

http://www.vims.edu/research/departments/eaah/programs/shellpath/pathology_images/index.php pristupljeno 25.8 2011.

6. Sažetak

U ovom radu opisane su bolesti školjkaša koje najčešće zahvaćaju uzgojna područja. To su: iridoviroza, bonamioza, marteilioza, haplosporidioza, mikrocitoza i perkinsoza. Uzročnici bolesti su različiti nametnički protisti ili virusi. Iako se simptomi bolesti razlikuju, inficirani školjkaši najčešće djeluju prozirno i „mršavo“ jer im je zbog oboljenja zaustavljen rast. Kod perkinsoze uočljive su ciste u plaštu, dok kod bonamioze simptomi nisu vidljivi, nego je prvi znak povećani mortalitet. Budući da bolesti nisu iskorjenjive nužno je provođenje mjera zaštite koje najviše ovise o samim uzgajivačima. Čim se uoče prvi simptomi bilo koje bolesti treba odmah reagirati i poduzeti mjere opreza. Zaražene vrste ne smiju se prenositi u nezaražena područja i obrnuto. U Republici Hrvatskoj sve navedene bolesti regulirane su zakonom.

7. Summary

This work describes diseases that most commonly affect shellfish breeding areas. These are: iridovirosis, bonamiosis, marteiliosis, haplosporidiosis, microcytosis and perkinsosis. The causes of disease are different parasitic protists and viruses. Although symptoms vary, infected bivalve usually look transparently and "skinny" because its growth is stunted due to the illness. At perkinsosis there are visible cysts in the mantle, while in bonamiosis symptoms are not visible, but the first sign of disease is increased mortality. Since the diseases are not possible to eradicate, it is necessary to implement protection measures which are most dependent on the farmers themselves. As soon as the first symptoms of any disease are noticed it is important to react immediately and take precautions. Infected species must not be transferred to uninfected areas and vice versa. All of these diseases are regulated by law in Croatia.